

## The Delphion Integrated View

Get Now: ☒ PDF ☐ File History ☐ Other choices

Tools: Add to Work File

Create new Work File

Add

New: Expand/Details

INPADOC

Jump to:

Top

Go to: Derwent

☐ Email this to a friend

Title: **WO0197212A1: FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD**[\[French\]](#)

Derwent Title: Frequency interpolating device for checking PCM signals especially for high frequency [\[Derwent Record\]](#)

Country: **WO** World Intellectual Property Organization (WIPO)

Kind: **A1** Publ. of the Int. Appl. with Int. search report

Inventor: **SATO, Yasushi**; Room 401, 4-16-18, Minaminagareyama, Nagareyama-shi, Chiba 270-0163, Japan

Assignee: **KABUSHIKI KAISHA KENWOOD**, 14-6, Dougenzaka 1-chome, Shibuya-ku, Tokyo 150-8501, Japan  
**KENWOOD GEOBIT CORPORATION**, 14-6, Dougenzaka 1-chome, Shibuya-ku, Tokyo 150-8501, Japan  
 Corporate Tree data: Kenwood Corp. (**KENWOOD**); [more...](#)  
[News, Profiles, Stocks and More about this company](#)

Published / Filed: **2001-12-20 / 2001-06-12**

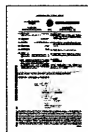
Application Number: **WO2001JP0004955**

IPC Code: Advanced: **G10L 19/02; G10L 21/02; H04B 14/04**;  
 Core: **G10L 19/00; G10L 21/00**; [more...](#)  
 IPC-7: **G01R 23/16; G10L 13/00; G10L 101/02; H04B 14/04**;

ECLA Code: **G10L19/02; H04B14/04**;

Priority Number: **2000-06-14 JP2000000178569**  
**2000-08-29 JP2000000259745**

Abstract: The spectrum of a PCM signal is separated into bands. A combination is designated out of the combinations of the reference band including the highest frequency and the other bands so that the designated combination has the highest correlation of spectrum distribution when one of the reference band and the other band is normalized. The spectrum of the same distribution as the spectrum distribution in the reference band of the designated combination is so scaled that the spectrum is along the function expressing the envelope, and the scaled spectrum is added to the higher-frequency side of the reference band to generate an output signal. The PCM signal is checked for a high-frequency part. Only if a high-frequency part is detected, a spectrum component is added and an output signal is generated. Thus a signal approximated to the original signal can be restored from one of a signal representing a signal having a suppressed spectrum component in part of the bands of the original signal and the signal representing the original signal that does not originally contain the spectrum component



High  
Resolution

Low  
Resolution

42 pages

of the band and even from a signal containing both signals. (French)  
(Japanese)

Attorney, Agent  
or Firm:

**OKABE, Masao** ; No.602, Fuji Bldg., 2-3, Marunouchi 3-chome,  
Chiyoda-ku, Tokyo 100-0005 Japan

INPADOC

Show legal status actions


















Get Now: Family Legal Status Report

Legal Status:

AU CA CN IN KR SG US, **European patent**: AT BE CH CY DE DK ES  
FI FR GB GR IE IT LU MC NL PT SE TR

Designated  
Country:


Family:

PDF	Publication	Pub. Date	Filed	Title
	<b>WO0197212A1</b>	2001-12-20	2001-06-12	FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD
	<b>US20030125889A1</b>	2003-07-03	2002-11-22	Frequency interpolating device and frequency interpolating method
	<b>US6836739</b>	2004-12-28	2002-11-22	Frequency interpolating device and frequency interpolating method
	<b>JP2002073096A2</b>	2002-03-12	2000-08-29	FREQUENCY INTERPOLATION SYSTEM, FREQUENCY INTERPOLATION DEVICE, FREQUENCY INTERPOLATION METHOD, AND RECORDING MEDIUM
	<b>JP2001356788A2</b>	2001-12-26	2000-06-14	DEVICE AND METHOD FOR FREQUENCY INTERPOLATION AND RECORDING MEDIUM
	<b>JP03576942B2</b>	2004-10-13	2000-08-29	
	<b>JP03538122B2</b>	2004-06-14	2000-06-14	
	<b>EP4017341TD</b>	2005-07-14	2001-06-12	Frequenzinterpolationseinrichtung und Frequenzinterpolationsverfahren
	<b>EP1503371B1</b>	2006-08-16	2001-06-12	Frequency interpolating device and frequency interpolating method
	<b>EP1503371A1</b>	2005-02-02	2001-06-12	Frequency interpolating device and frequency interpolating method
	<b>EP1298643TD</b>	2003-11-27	2001-06-12	FREQUENZINTERPOLATIONSEINRICHTUNG UND FREQUENZINTERPOLATIONSVERFAHREN
	<b>EP1298643B1</b>	2005-05-11	2001-06-12	FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD
	<b>EP1298643A4</b>	2003-12-10	2001-06-12	FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD
	<b>EP1298643A1</b>	2003-04-02	2001-06-12	FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD
	<b>DE60122397T2</b>	2006-12-07	2001-06-12	Frequenzinterpolationseinrichtung und Frequenzinterpolationsverfahren
	<b>DE60122397C0</b>	2006-09-28	2001-06-12	Frequenzinterpolationseinrichtung und Frequenzinterpolationsverfahren
	<b>DE60110796T2</b>	2006-02-23	2001-06-12	FREQUENZINTERPOLATIONSEINRICHTUNG UND FREQUENZINTERPOLATIONSVERFAHREN
	<b>DE60110796C0</b>	2005-06-16	2001-06-12	FREQUENZINTERPOLATIONSEINRICHTUNG UND FREQUENZINTERPOLATIONSVERFAHREN
	<b>AU0162748A5</b>	2001-12-24	2001-06-12	FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD

19 family members shown above

2 Forward  
References:


Go to Result Set: Forward references (1)

PDF	Patent	Pub.Date	Inventor	Assignee	Title
	US7203324	2007-04-10	Kreifeldt; Richard A.	Harman International Industries, Incorporated	Audio feedback processing system

2 Other Abstract  
Info:

DERABS G2002-268583 DERABS G2002-268583

 Inquire  
Regarding  
Licensing

Powered by  Verity

THOMSON

 Click Here  
to order  
Patent  
Plaques

[Gallery...](#)

 Gallery of  
Obscure  
Patents

[Nominate this for the](#)

[Subscriptions](#) | [Web Seminars](#) | [Privacy](#) | [Terms & Conditions](#) | [Site Map](#) | [Contact Us](#) | [Help](#)

Copyright © 1997-2007 The Thomson Corporation

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局(43) 国際公開日  
2001年12月20日 (20.12.2001)

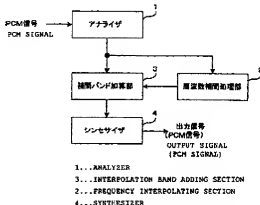
PCT

(10) 国際公開番号  
WO 01/97212 A1

- (51) 国際特許分類: G10L 13/00, (72) 発明者: および  
H04B 14/04 // G01R 23/16, G10L 10/02 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 佐藤 幸 (SATO, Yasushi) [JP/JP]; 〒270-0163 千葉県流山市南流山 4-16-18 401号室 Chiba (JP).
- (21) 国際出願番号: PCT/JP01/04955
- (22) 国際出願日: 2001年6月12日 (12.06.2001) (74) 代理人: 岡部正夫 外 (OKABE, Masao et al.); 〒100-0005 東京都千代田区丸の内3-2-3 富士ビル602号室 Tokyo (JP).
- (25) 国際出願の言語: 日本語 (81) 指定国 (国内): AU, CA, CN, IN, KR, SG, US.
- (26) 国際公開の言語: 日本語 (81) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).
- (30) 優先権データ:  
特願2000-178569 2000年6月14日 (14.06.2000) JP  
特願2000-259745 2000年8月29日 (29.08.2000) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 ケンウッド (KABUSHIKI KAISHA KENWOOD) [JP/JP]; 〒150-8501 東京都渋谷区道玄坂1-14-6 Tokyo (JP), 株式会社 ケンウッド・ジョビット (KENWOOD GEORIT CORPORATION) [JP/JP]; 〒150-8501 東京都渋谷区道玄坂1-14-6 Tokyo (JP).
- 添付公開書類:  
— 国際調査報告書
- 2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTがセットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(54) Title: FREQUENCY INTERPOLATING DEVICE AND FREQUENCY INTERPOLATING METHOD

(54) 発明の名称: 周波数補間装置および周波数補間方法



(57) Abstract: The spectrum of a PCM signal is separated into bands. A combination is designated out of the combinations of the reference band including the highest frequency and the other bands so that the designated combination has the highest correlation of spectrum distribution when one of the reference band and the other band is normalized. The spectrum of the same distribution as the spectrum distribution in the reference band of the designated combination is so scaled that the spectrum is along the function expressing the envelope, and the scaled spectrum is added to the higher-frequency side of the reference band to generate an output signal. The PCM signal is checked for a high-frequency part. Only if a high-frequency part is detected, a spectrum component is added and an output signal is generated. Thus a signal approximated to the original signal can be restored from one of a signal representing a signal having a suppressed spectrum component in part of the bands of the original signal and the signal representing the original signal that does not originally contain the spectrum component of the band and even from a signal containing both signals.

(続票有)

WO 01/97212 A1



---

(57) 要約:

本発明では、PCM信号のスペクトルを帯域毎に分割し、周波数が最高の帯域を含む基準バンドとその他の帯域との組み合わせのうち、一方を規格化した場合に最もスペクトル分布の相関が高い組み合わせを特定し、特定された組み合わせに含まれる基準バンド内のスペクトル分布と同じ分布のスペクトルを、包絡線の関数に沿うようにスケーリングして基準バンドより高周波側に加算し、信号を生成する。

また、PCM信号の高域部分の有無を検出し、高域部分が存在する場合のみスペクトル成分を追加して、出力信号を生成する。

これにより、原信号の一部帯域内のスペクトル成分を抑圧したものを表す信号と、当該帯域のスペクトル成分を本来的に含まない原信号を表す信号のいずれか一方の信号からも、また双方が混在した信号からも、原信号に近い信号を復元できるようになる。

- 1 -

## 明細書

## 周波数補間装置および周波数補間方法

## 技術分野

この発明は、帯域制限された信号のスペクトル分布を改善する周波数補間装置及び周波数補間方法に関する。

## 背景技術

MP3 (MPEG1 audio layer 3) 形式のデータの配信、及び、FM (Frequency Modulation) 放送やテレビジョン音声多重放送等の手法による音楽などの供給が近年盛んになっている。これらの手法では、帯域が過度に広くなることによるデータ量の増大や占有帯域幅の広がりを避けるため、一般に、供給する対象の音楽等のうち約15 kHz以上の周波数成分が除去されている。

このように、一定値以上の周波数成分が除去された音楽等は通常、音質が悪い。そこで、除去された周波数成分に代わる信号を加算することが考えられる。このための手法としては、特開平7-93900号公報に開示されている手法がある。

特開平7-93900号公報に開示されている手法は、PCMデジタルオーディオ信号をローパスフィルタに通して得られる出力オーディオ信号を、当該出力信号の絶対値成分を含む信号を乗算することにより歪みを生じさせる、という手法である。

しかし、特開平7-93900号公報のオーディオ信号再生装置は、出力オーディオ信号の波形をリミッタ回路等を用いて歪ませることにより高調波を発生させるに過ぎないものであって、この高調波は元のオーディオ信号に本来的に含まれていたものに近似し得るものであるかは分からない。

この発明は、上記従来技術の欠点に鑑みてなされたものであり、原信号の帯域を制限した信号を用いて得られる所定の変換信号から原信号に近い信号を復元できるようにするための周波数補間装置及び周波数補間方法を提供すること、とりわけオ

オーディオ信号を高音質で復元するための周波数補間装置及び周波数補間方法を提供することを第1の目的とする。

さらに、従来技術においては、一定値以上の周波数成分を除去する必要がある場合であっても、音楽等を表すオーディオ信号をMP3形式等でデータ圧縮する結果、オーディオ信号の帯域は一律に制限されてしまうのが一般的である。

しかし、PCMデジタルオーディオ信号が表す元の音声等が、本来的にローパスフィルタの通過帯域幅を超える高域成分を有していないものである場合、従来の装置では、元の音声等に含まれていない誤った高域成分を追加することになる。このため、出力オーディオ信号の音質は、単にローパスフィルタを通しただけで何も処理を行わなないものに比べ、かえって劣化してしまうこととなる。

そこで、上記実状に鑑み本発明は、さらに原信号の一部帯域内のスペクトル成分を抑圧したものを表す信号と、当該帯域のスペクトル成分を本来含まない原信号を表わす信号が混在する信号からも、原信号に近い信号を復元できるようにするための周波数補間装置及び周波数補間方法を提供することを第2の目的とする。

#### 発明の開示

本発明の周波数補間装置は、上記第1の目的を達成するために、原信号の特定周波数帯域において周波数成分が抑圧された入力信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して原信号に近い信号を再生するための周波数補間装置において、周波数成分が抑圧されないで残存する周波数帯域における短時間スペクトルを求め、所定の周波数間隔でのスペクトルパターンの繰り返し性に基づいて、該抑圧されて、周波数帯域における周波数成分の短時間スペクトルを推定し、およびこの推定に基づいて該抑圧された周波数成分を含む信号を合成して入力信号に付加するように構成されている。より具体的には、本発明の周波数補間装置においては、該短時間スペクトルパターンの繰り返し性は、周波成分が残存する周波数帯域における所定の帯域幅を有する第1の周波数帯域と、これに隣接する同一の帯域幅の第2の周波数帯域とにおける短時間スペクトルパターン相互の相関度に基づいて判断される。

そして、該第1の周波数帯域の短時間スペクトルパターンが第2の周波数帯域に

おける短時間スペクトルパターンと強い相関度を有する場合に、この相関を有するスペクトルパターンのレプリカを結合して抑圧された周波数帯域の周波数成分を補間するようにしている。

このような周波数補間装置によれば、補間の対象とする信号（被補間信号）のスペクトルのうちスペクトル分布の相関が高い部分が、包絡線に沿うようにして被補間信号の高周波側に追加され、帯域が拡張される。追加されたスペクトルは、元のスペクトルの一部の高調波成分とみなし得るので、被補間信号が帯域を制限された信号である場合、帯域が拡張された後の被補間信号は、帯域が制限される前の原信号に近いものとなる。従って、被補間信号がオーディオ信号を表すものであれば、帯域が拡張された後の被補間信号を用いてオーディオ信号を復元することにより、オーディオ信号が高音質で復元される。

さらに、本発明の周波数補間装置においては、該残存する周波数帯域のスペクトル包絡から推定される、抑圧された周波数帯域のスペクトル包絡に基づいて該補間されるべき周波数成分の強度を決定するようにし、また好ましくは、該特定の周波数帯域が、高域周波数帯域とされ、該第1もしくは第2の周波数帯域の上限周波数が、該抑圧された高域周波数帯域の下限周波数とされる。

このため、前記被補間信号のスペクトルのうち周波数が最高であるものを含んでいる場合、被補間信号のスペクトルのうち周波数が最高であるものを含む補間用帯域自体が、元のスペクトルの一部の高調波成分とみなし得る可能性が高い。従って、帯域が拡張された後の被補間信号は、帯域が制限される前の原信号により近いものとなる。

本発明の第1の目的を達成するための周波数補間装置は、別の観点にたてば、該入力信号の短時間スペクトルを生成するスペクトル生成手段と、互いに隣接する同じ帯域幅を有する周波数帯域における短時間スペクトルパターンが互いに相関関係を有するような短時間スペクトルパターンを抽出するスペクトルパターン抽出手段と、該抑圧されない周波数帯域におけるスペクトル包絡情報を抽出するスペクトル包絡抽出手段と、該スペクトルパターン抽出手段およびスペクトル包絡抽出手段に



応動して、該抑圧された周波数帯域を補間するための周波数スペクトル信号を合成する手段と、該合成されたスペクトル信号を該抑圧された周波数帯域に付加する手段とを備える周波数補間装置として把握することもできる、そして、この装置において、該合成スペクトル信号は、抑圧された周波数帯域における周波数成分を有し、該抽出されたスペクトルパターンを有し、及び該スペクトル包絡情報において定まるレベルを有しており、典型的には、該入力信号が、アナログオーディオ信号をサンブルし、かつ量子化することにより得られたPCM信号から成るものである。

本発明は別の局面にかつ方法発明として把握することもできる。この場合は、本発明の方法は、原信号の特定周波数帯域に、おける周波数成分が抑圧された入力信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して原信号に近い信号を再生するための周波数補間方法であって、周波数成分が抑圧されずに残存する周波数帯域における短時間スペクトルパターンの繰り返し性に基づいて、該抑圧された周波数帯域における周波数成分の短時間スペクトルパターンを推定し、およびこれを合成して入力信号に付加するようにした方法であることができる。

次に、本発明の第2の目的を達成するために、本発明の周波数補間装置と、原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して、原信号に近い信号を再生するための周波数補間システムにおいて、原信号の該特定周波数帯域に所定のレベル以上の周波数成分が含まれているかどうかを判別して、その有無を示す識別データを生成する手段と、該原信号の該特定周波数帯域の周波数成分を抑圧し、及び所定の信号変換処理を施す信号変換手段と、該変換された信号に該識別データを重畳して送信する手段と、該送信された信号を受信して、該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定する手段と、該判定手段により、該特定帯域に周波数成分がなかったと判定された場合に、該受信信号をそのまま外部に出力としてとり出し、また該特定周波数帯域に周波数成分があったと判定された場合に、次段の信号処理手段に受信信号を入力させるよう動作する分岐制御手段と、該分岐制御手段からの該受信信号に応動して、該所定の信号手段の逆変換処理および抑圧さ

れた帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理手段とを含む。ここで、該所定の信号変換処理とは、より具体的にはデータ圧縮処理であり、該信号処理手段における該逆変換処理はデータ伸張処理である。また、該信号処理手段における補間処理は、(i) 短時間スペクトル分析処理、(i i) 隣接する周波数帯域間で互いに相関を有する短時間スペクトルパターンを抽出する処理、および(i i i) スペクトル包絡情報を抽出する処理を使う。

このような周波数補間システムによれば、原信号のスペクトルが抑圧帯域に分布しているかを示す識別データが生成される。そして、識別データが、抑圧帯域内のスペクトルの存在を示しているとき、被補間信号のスペクトルのうちスペクトル分布の相関が高い部分が、包絡線に沿うようにして被補間信号の高周波側に追加され、帯域が拡張される。追加されたスペクトルは、元のスペクトルの一部の高調波成分とみなし得るので、被補間信号が帯域を制限された信号である場合、帯域が拡張された後の被補間信号は、帯域が制限される前の原信号に近いものとなる。一方、識別データが、被補間帯域内のスペクトルの不存在を示しているとき、被補間信号はスペクトル追加を受けずに出力される。

従って、受信信号が、被補間信号が原信号の一部帯域内のスペクトル成分を抑圧したものであっても、当該帯域のスペクトル成分を本来的に含まない原信号を表すものであっても、原信号に近い信号が復元される。そして、信号がオーディオ信号を表すものであれば、このオーディオ信号が高音質で復元される。

本発明に係る上述の周波数補間システムは、信号の(エンコーダを含む)送信側と、(デコーダを含む)受信側を双方を一体化したものととして把握したものである。一方、受信側(デコーダ側)のみの構成として本発明を換えることもでき、その場合、本発明の装置は、原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して、原信号に近い信号を再生するための周波数補間装置であって、原信号の該特定周波数帯域に所定の特定の周波数帯域の信号成分が抑圧された原信号に所定の信号変換を施して得られる信号と、これに重畳される該特定の周波数帯域に本来的に所定のレベル以上の周波数成分が

含まれていたかどうかを表わす識別データとから成る信号を受信する手段と、該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定する手段と、該判定手段により、該特定帯域に周波数成分がなかったと判定された場合に、該受信信号をそのまま各部に出力としてとり出し、また該特定周波数帯域に周波数成分があったと判定された場合に、次段の信号処理手段に受信信号を入力させるよう動作する分岐制御手段と、該分岐制御手段からの該受信信号に応動して、該所定の信号変換の逆変換処理および抑圧された帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理手段とから構成される。

さらに、第1の目的を達成するための周波数補間装置の場合と同様に、方法発明として扱った場合、本発明の方法は、原信号の該特定周波数帯域に所定のレベル以上の周波数成分が含まれているかどうかを判別し、その有無を示す識別データを生成するステップと、該原信号の該特定周波数帯域の周波数成分を抑圧し、及び所定の信号変換処理を施すステップと、該変換された信号に該識別データを重畳して送信するステップと、該送信された信号を受信して、該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定するステップと、該判定ステップにより、該特定帯域に周波数成分がなかったと判定された場合に、該受信信号をそのまま外部に出力としてとり出し、また該特定周波数帯域に周波数成分があったと判定された場合に、後の信号処理ステップに受信信号を入力させるよう操作する分岐ステップと、該分岐ステップからの該受信信号に応動して、該所定の信号変換の逆変換処理および抑圧された帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理ステップとを含む信号処理方法であるといことができる。

#### 図面の簡単な説明

第1図は、この発明の第1の実施形態に係る周波数補間装置の構成を示す図である。

第2図は、アナライザの構成を示す図である。

第3図の(a)は、元のオーディオ信号のスペクトルを表す図であり、また

(b) は、オーディオ信号のうち一定値以上の周波数成分が除去されたもののスペクトルを表す図である。

第4図の(a)及び(b)は、補間後のスペクトル分布の例を示す図である。

第5図は、シンセサイザの構成を示す図である。

第6図は、この発明の第2の実施形態に係る周波数補間装置の構成を示す図である。

第7図は、第6図の周波数補間部の構成を示す図である。

第8図は、この発明の第3の実施形態に係る周波数補間装置の構成を示す図である。

#### 発明の実施の形態

以下、図面を参照して、この発明の実施の形態をいくつかの実施例をあげながら詳細に説明する。

##### (第1の実施形態)

第1図は、この発明の第1の実施形態に係る周波数補間装置の構成を示す図である。

図示するように、この周波数補間装置は、アナライザ1と、周波数補間処理部2と、補間バンド加算部3と、シンセサイザ4とより構成されている。

アナライザ1は、第2図に示すように、 $n$ 個の遅延部 $11-0 \sim 11-(n-1)$ と、 $(n+1)$ 個のサンプラー $12-0 \sim 12-n$ と、フィルタバンク13とより構成されている。(ただし、 $n$ は1以上の任意の整数とする。)

遅延部 $11-0 \sim 11-(n-1)$ は、各自に供給された信号を、この信号のサンプル周期1周期分遅らせて出力する。

遅延部 $11-k$  ( $k$ は0以上 $(n-1)$ 以下の任意の整数)が出力する信号はサンプラー $12-k$ に供給される。また、遅延部 $11-j$  ( $j$ は0以上 $(n-2)$ 以下の任意の整数)は、遅延部 $11-(j+1)$ が出力する信号を供給される。遅延部 $11-(n-1)$ には、この周波数補間装置により周波数の補間を施す対象となるPCM (Pulse Code Modulation) 信号が供給される。

従って、遅延部 11-k は、遅延部 11-(n-1) に供給された PCM 信号を、この PCM 信号の (n-k) サンプル周期分送らせた信号を出力する。

なお、上述の PCM 信号は、音声等のアナログオーディオ信号を用いてこれをサンプリングし、かつ量子化する、いわゆる PCM 変調を行うことにより得られる信号である。この PCM 信号が表すオーディオ信号のスペクトル分布は、例えば第 3 図 (b) に示すように、第 3 図 (a) に示す元のオーディオ信号のスペクトルのうち一定値以上 (第 3 図 (b) に示す場合においては、14 kHz 以上) の周波数成分が除去されたものに相当するものとする。

サンプラ 12-0 ~ 12-n は、各自に供給された信号を、周波数の補間を受ける対象の PCM 信号のサンプリング周波数の (n+1) 分の 1 の周波数でサンプリングし、サンプリング結果を表す信号を、フィルタバンク 13 へと供給する。

サンプラ 12-k には、上述の通り、遅延部 11-k が出力する信号が供給される。サンプラ 12-n には、この周波数補間器により周波数の補間を受ける対象の PCM 信号が、遅延部 11-(n-1) に供給されるのと実質的に同時に供給される。

フィルタバンク 13 は、DSP (Digital Signal Processor) や CPU (Central Processing Unit) 等より構成されている。

フィルタバンク 13 は、上述の通りサンプラ 12-1 ~ 12-n が出力する信号を供給される。

そして、フィルタバンク 13 は、ポリフェーズフィルタ、離散コサイン変換、(DCT: Discrete Cosine Transform)、LOT (Lapped Orthogonal Transform)、MLT (Modulated Lapped Transform)、QMF (Quadrature Mirror Filter) あるいは ELT (Extended Lapped Transform) 等の手法を用い、自己に供給されたこの信号の短区間スペクトル分布を表す 1 番目 ~ (n+1) 番目までの (n+1) 個の信号を生成する。

つまり、時系列信号を周波数スペクトル信号に変換する。そして、生成したこれら  $(n+1)$  個の信号を、周波数補間処理部 2 及び補間バンド加算部 3 へと供給する。

フィルタバンク 13 が生成する  $p$  番目 ( $p$  は 1 から  $(n+1)$  までの整数) の信号は、サンプラー  $12-0 \sim 12-n$  が出力する信号の短区間スペクトル分布を  $(n+1)$  等分して得られる互いに帯域幅が等しい帯域のうち、周波数が  $p$  番目に低い帯域内のスペクトル分布を表す信号であるものとする。

周波数補間処理部 2 は、DSP や CPU 等より構成されている。周波数補間処理部 2 は、上述の  $(n+1)$  個の各帯域内のスペクトル分布を表す  $(n+1)$  個の信号をフィルタバンク 13 より供給されると、例えば以下 (1) ~ (5) として述べる処理を行うことにより、後述の補間用バンドとして用いる基準バンドを決定する。

(1) 補間用バンドを決定するため、周波数補間処理部 2 はまず、フィルタバンク 13 から供給された信号が表す各帯域のうちもっとも周波数が高い方から  $q$  個 ( $q$  は 1 以上  $n$  以下の整数) の連続した帯域を連結して形成されるバンド (基準バンド) を特定する。また、基準バンド内のスペクトル成分の二乗平均値  $X$  を求める。なお、基準バンドの最高周波数以上の帯域は、アナライザ 1 に供給された PCM 信号が表すオーディオ信号のスペクトルが実質的に含まれていない帯域であるものと特定される。

(2) 一方、周波数補間処理部 2 は、フィルタバンク 13 から供給された信号が表す各帯域のうちもっとも周波数が高い帯域を除いたうちの  $q$  個の連続した帯域を連結して形成され得るバンド (比較対象バンド) を 1 個特定する。そして、比較対象バンド内のスペクトル成分の二乗平均値  $Y$  を求める。

(3) 基準バンド内及び比較対象バンド内の各スペクトル成分の二乗平均値を用いて、比較対象バンドのスペクトル成分の値の正規化を行う。すなわち、例えば、基準バンド内のスペクトルの二乗平均値に対する、比較対象バンド内のスペクトル成分の二乗平均値の比の値、即ち、 $Y/X$  を求め、比較対象バンド内の各スペクトル成分の値にこの比の値を各々乗じて得られる積を求める。得られた積の集合が、規格化された後の比較対象バンド内のスペクトル分布を表す。

(4) 基準バンド内のスペクトル分布と、規格化された後の比較対象バンド内のスペクトル分布との相関係数を、最小二乗法等の手法を用いて求める。

ただし、周波数補間処理部2は、比較対象バンド内の各スペクトルの周波数を、その元来の値に、基準バンド及び比較対象バンドの各最低周波数の差を加算した周波数であるものとして扱い、相関係数を求めるものとする。

(5) 周波数補間処理部2は、とり得るすべての $q$ の値、及び、とり得るすべての基準バンド及び比較対象バンドの組み合わせについて上述(1)～(4)の処理を行うことにより相関係数を求めると、これらの各組み合わせのうちでもっとも高い相関係数が得られた組み合わせを特定する。そして、その組み合わせに含まれる基準バンドを特定する情報を、補間バンド加算部3へと供給する。

補間バンド加算部3は、DSPやCPU等より構成されている。補間バンド加算部3は、上述の $(n+1)$ 個の各帯域内のスペクトル分布を表す $(n+1)$ 個の信号をフィルタバンク13より供給されると、各帯域内のスペクトル分布の包絡線をなす関数を特定する。そして、特定した関数に基づき回帰計算を行う等することにより、これら各帯域のうちもっとも周波数が高い帯域より更に高周波側の帯域である(帯域制限処理により抑圧はされたが)補間用バンドに本来含まれているべきスペクトル成分の二乗平均値の推定値を求める。

なお、補間用バンドの数は1個でも複数でもよく、各々の補間用バンドの帯域幅は、周波数補間処理部2が供給する情報により特定される基準バンドの帯域幅に等しいものとする。補間用バンドが複数個ある場合、各補間用バンドは互いに重複のないように連続しており、補間バンド加算部3は、各々の補間用バンドについて、スペクトル成分の二乗平均値の推定値を求めるものとする。

そして、補間バンド加算部3は、周波数補間処理部2より、基準バンドを特定する情報を供給されると、特定された基準バンドをスケーリングすることにより補間用バンドのスペクトル分布を求める。

すなわち、補間バンド加算部3は、まず、特定された基準バンド内のスペクトル成分の二乗平均値を求める。そして、求めた基準バンド内のスペクトル成分の二乗

平均値に対する、補間用バンド内のスペクトル成分の二乗平均値の推定値の比の値を求め、基準バンド内の各スペクトル成分の値にこの比の値を各々乗じて得られる積を求める。得られた積の集合が、スケーリングされた後の基準バンド内のスペクトル分布を表す。

そして、補間バンド加算部3は、スケーリングされた基準バンド内のスペクトル分布を、補間用バンド内のスペクトル分布を表すものとして扱うことにより補間用バンド内のスペクトル分布を表す信号を生成し、生成した信号を、フィルタバンク13から供給される信号と共にシンセサイザ4へと供給する。

従って、補間バンド加算部3からシンセサイザ4へは、元のPCM信号のスペクトルに補間バンドのスペクトル成分が加算されて得られるスペクトルの分布（補間後のスペクトル分布）を表す信号が供給される。

ただし、補間バンド加算部3は、スケーリングされた基準バンド内のスペクトル分布を、周波数が低い方から $r$ 個目の補間バンド内のスペクトル分布として扱う場合、スケーリングされた基準バンド内の各スペクトルの周波数が、その元来の値に、基準バンドの最高周波数と、補間バンドの帯域幅の $(r-1)$ 倍の値と、を加算した値であるものとして扱うものとする。

なお、第4図(a)及び(b)は、補間後のスペクトル分布の例を示す図である。

第4図(a)は、元のPCM信号が表すオーディオ信号の7個の帯域（帯域1～帯域7）のうち帯域7及び帯域6の組み合わせがもっとも相関係数が高かった場合である。つまり、スペクトルパターンが1帯域の周期での繰り返し性をもっている場合である。この場合においては、図示するように、この場合の基準バンドである帯域7のスペクトル分布と実質的に同一の分布を有するスペクトルが、4個の補間用バンドA1～A4に追加されている。

第4図(b)は、元のPCM信号が表すオーディオ信号の7個の帯域のうち、帯域6及び7からなる帯域と、帯域4及び5からなる帯域との組み合わせがもっとも相関係数が高かった場合である。つまり、スペクトルパターンが2帯域の周期での繰り返し性が認められる場合である。この場合においては、図示するように、この



場合の基準バンド（つまり、帯域 6 及び 7 とからなる帯域）のスペクトル分布と実質的に同一の分布を有するスペクトルが、2 個の補間用バンド B 1 ～ B 2 に追加されている。

シンセサイザ 4 は、第 5 図に示すように、フィルタバンク 4 1 と、 $(n+1)$  個のサンプラー  $4 2 - 0 \sim 4 2 - n$  と、 $n$  個の遅延部  $4 3 - 0 \sim 4 3 - (n-1)$  と、加算器  $4 4 - 0 \sim 4 4 - (n-1)$  とより構成されている。

フィルタバンク 4 1 は、DSP や CPU 等より構成されており、上述の通り、補間バンド加算部 3 が出力する、補間後のスペクトル分布を表す信号を供給される。

そして、フィルタバンク 4 1 は、ポリフェーズフィルタ、DCT、LOT、MLT あるいは ELT 等の手法を用い、自己に供給された信号が表すスペクトル分布を有する信号を  $(n+1)$  点で等間隔にサンプリングした値を表す  $(n+1)$  個の信号を生成する（つまり、周波数帯域のスペクトル信号を時間領域の信号にもどす）。そして、生成したこれら  $(n+1)$  個の信号のうち  $p$  番目（ $p$  は 1 から  $(n+1)$  までの整数）の信号を、サンプラー  $4 2 - (p-1)$  へと供給する。

なお、フィルタバンク 4 1 が生成するこの信号が表す値のサンプリング間隔は、アナライザ 1 のサンプラー  $1 2 - 1 \sim 1 2 - n$  のサンプリング間隔に実質的に等しいものとする。

また、フィルタバンク 4 1 が生成する  $p$  番目の信号は、フィルタバンク 4 1 に供給された信号が表すスペクトル分布を有する信号を  $(n+1)$  点で等間隔にサンプリングした値のうち、サンプリングの時刻が  $p$  番目に早い値を表すものとする。

サンプラー  $4 2 - 1 \sim 4 2 - n$  は、各自に供給された信号を、当該信号の  $(n+1)$  倍の周波数の信号へと変換し、変換結果を表す PCM 信号を出力するものである。

サンプラー  $4 2 - (p-1)$  には、上述の通り、フィルタバンク 4 1 が出力する  $p$  番目の信号が供給される。そして、サンプラー  $4 2 - (s-1)$  は、自己が出力する信号を、加算器  $4 4 - (p-1)$  へと供給する（ $s$  は 1 から  $n$  までの整数）。サンプラー  $4 2 - n$  は、自己が出力する信号を遅延部  $4 3 - (n-1)$  へと供給す

る。

遅延部  $43-0 \sim 43-(n-1)$  は、各自に供給された信号を、この信号の周期 1 周期分遅らせて出力する。

遅延部  $43-k$  ( $k$  は 0 以上  $(n-1)$  以下の任意の整数) が出力する信号は加算器  $44-k$  に供給される。また、遅延部  $43-j$  ( $j$  は 0 以上  $(n-2)$  以下の任意の整数) は、加算器  $44-(j+1)$  が出力する信号を供給される。遅延部  $43-(n-1)$  には、上述の通りサンプラー  $42-n$  が出力する信号が供給される。

加算器  $44-0 \sim 44-(n-1)$  は、各自に供給された 2 個の信号の和を表す信号を出力する。

加算器  $44-k$  には、サンプラー  $42-k$  と、遅延部  $43-k$  とから信号が供給される。そして、加算器  $44-m$  ( $m$  は 1 以上  $n-1$  以下の整数) が出力する信号は遅延部  $43-(m-1)$  に供給される。加算器  $44-0$  が出力する信号は、この周波数補間器の出力信号をなす。

加算器  $44-0$  が出力するこの出力信号は、サンプラー  $42-0, 42-1, \dots, 42-(n-1)$  及び  $42-n$  が出力した信号を、アナライザ 1 に供給された PCM 信号の周期と実質的に同一の周期で順次出力したものに相当し、そのスペクトル分布が補間後のスペクトル分布に相当する PCM 信号である。

補間後のスペクトル分布のうち補間バンド加算部 3 により加算された補間バンドの部分は、最もスペクトル分布の相関が高い基準バンド及び比較対象バンドの組み合わせに含まれる基準バンドのスペクトル分布に相当するスペクトル分布を有する。従って、補間バンドの部分は、この基準バンド又は比較対象バンドの高調波成分とみなし得るので、加算器  $44-0$  が出力する出力信号は、帯域が制限される前のオーディオ信号に近いオーディオ信号を PCM 変調して得られる PCM 信号となる。従って、この出力信号を用いてオーディオ信号を復元することにより、オーディオ信号が高音質で復元される。

なお、この周波数補間器の構成は上述のものに限られない。

例えば、遅延部  $11-0 \sim 11-(n-1)$  及び  $43-0 \sim 43-(n-1)$  や、

サンプラー  $12-0 \sim 12-n$  及び  $42-0 \sim 42-n$  や、加算器  $44-0 \sim 44-(n-1)$  の機能を、DSP や CPU が行ってもよい。

また、周波数補間処理部 2 は、相関係数に代えて、基準バンドと比較対象バンドとの相関を表す任意の数値を、基準バンド及び比較対象バンドのスペクトル分布に基づいて求め、補間用バンドの決定に用いてよい。

また、周波数補間処理部 2 は、基準バンド及び比較対象バンドの組み合わせを特定した後、特定された組み合わせに含まれる比較対象バンドを特定する情報を補間バンド加算部 3 に供給してもよい。この場合、補間バンド加算部 3 は、特定された比較対象バンドをスケールリングすることにより補間用バンドのスペクトル分布を求めればよい。

また、周波数補間処理部 2 は、上述の (3) の処理で、比較対象バンドの方を規格化してもよい。

ただし、補間用バンドのスペクトル分布を基準バンドのスペクトル分布に基づいて求めるようにすれば、基準バンドの最高周波数は元の PCM 信号のスペクトルの最高周波数を含んでいるので、基準バンド自体が、比較対象バンドの高調波成分とみなし得る可能性が高い。従って、補間用バンドのスペクトル分布を基準バンドのスペクトル分布に基づいて求めるようにすれば、加算器  $44-0$  が出力する出力信号は、補間用バンドのスペクトル分布を比較対象バンドのスペクトル分布に基づいて求めた場合に比べ、帯域が制限される前のオーディオ信号により近いオーディオ信号を表すものとなる。

また、この周波数補間器が補間を行う対象の信号は PCM 信号である必要はなく、オーディオ信号を変調して得られる変調波である必要もない。

以上、この発明の実施の形態を説明したが、この発明にかかる周波数補間装置は、専用のシステムによらず、通常のコンピュータシステムを用いて実現可能である。

例えば、パーソナルコンピュータやマイクロコンピュータに上述のアナライザ 1、周波数補間処理部 2、補間バンド加算部 3 及びシンセサイザ 4 の動作を実行するためのプログラムを格納した媒体 (CD-ROM、MO、フロッピーディスク等) が

ら該プログラムをインストールすることにより、上述の処理を実行する周波数補間器を構成することができる。

また、例えば、通信回線の掲示板(BBS)に該プログラムを掲示し、これを通信回線を介して配信してもよく、また、該プログラムを表す信号により搬送波を変調し、得られた変調波を伝送し、この変調波を受信した装置が変調波を復調して該プログラムを復元するようにしてもよい。

そして、このプログラムを起動し、OSの制御下に、他のアプリケーションプログラムと同様に実行することにより、上述の処理を実行することができる。

なお、OSが処理の一部を分担する場合、あるいは、OSが本願発明の1つの構成要素の一部を構成するような場合には、記録媒体には、その部分をのぞいたプログラムを格納してもよい。この場合も、この発明では、その記録媒体には、コンピュータが実行する各機能又はステップを実行するためのプログラムが格納されているものとする。

以上説明した、本発明の第1の実施形態に係る周波数補間装置(又は方法)により、上述した本発明の第1の目的が効果的に達成される。

#### (第2の実施形態)

第6図は、この発明の第2の目的を達成するための一実施態様即ち本発明の第2の実施形態に係る周波数補間装置の構成を示す図である。

図示するように、この周波数補間装置は、高域検出部1と、音声圧縮部2と、音声伸張部3と、周波数補間部4とより構成されている。

高域検出部1は、第6図に示すように、HPF(ハイパスフィルタ)11と、検波部12とより構成されている。

HPF11は、データ圧縮を施す対象のPCM(Pulse Code Modulation)信号が自己に供給されると、このPCM信号のうち所定の通過周波数以下の成分を遮断し、他の成分(高域成分)を検波部12へと供給する。なお、HPF11に供給される、データ圧縮を施す対象のPCM信号は、音声圧縮部2にも並行して供給される。

なお、データ圧縮を施す対象のPCM信号は、音声等を電圧あるいは電流の変化として表すオーディオ信号を表すものである。そして、上述の通過周波数は、音声圧縮部2が後述のようにPCM信号をデータ圧縮する結果得られる圧縮データの占有帯域の上限より高い周波数であればよい。例えば、圧縮データの占有帯域の上限が14キロヘルツ程度である場合、上述の通過周波数は、例えば約16キロヘルツであればよい。

検波部12は、HPF11よりPCM信号の高域成分が供給されると、この高域成分を検波して検波信号を生成し、この検波信号を、例えばデータ圧縮を施す対象のPCM信号が音声圧縮部2に供給されるタイミングに同期したタイミングで、音声圧縮部2へと供給する。

音声圧縮部2は、例えば、DSP (Digital Signal Processor) や、CPU (Central Processing Unit) や、マルチプレクサ等を備え、また、記録媒体 (例えば、CD-R等) へのデータの記録及び記録媒体からのデータの読み出しを行う記録媒体ドライバを備えている。

音声圧縮部2は、データ圧縮を施す対象である上述のPCM信号を供給されると、このPCM信号が表すデータに、MP3やAAC (Advanced Audio

Coding) その他任意の手法によるデータ圧縮を施す。なお、データ圧縮により得られるデータ (すなわち、上述の圧縮データ) の占有帯域の上限の周波数は所定の値以下となる。

また、音声圧縮部2は、このPCM信号に高域成分が含まれているか否かを示す外部データを、検波部12から検波信号が供給されたか否かに応じて生成する。

具体的には、音声圧縮部2は、例えば、検波部12から検波信号が供給されたとき、この検波信号に同期して自己に供給されたPCM信号に高域成分が存在することを示す外部データを生成する。一方、データ圧縮を施す対象のPCM信号が供給されたとき、このPCM信号に同期した検波信号が供給されなかったときは、このPCM信号に高域成分が存在しないことを示す外部データを生成する。

従って、例えば、圧縮データの占有帯域の上限の周波数が約14キロヘルツであ

って、一方、HPF11（及び音声圧縮部2）に供給されたPCM信号のスペクトル分布が第2図に示すようなものである場合（すなわち、もとより14キロヘルツ以上のスペクトル成分を実質的に含んでいない場合）、検波部12は、このPCM信号に高域成分が存在しないことを示す外部データを生成する。

そして、音声圧縮部2は、PCM信号のデータ圧縮により得られた圧縮データと、このPCM信号に高域成分が存在するか否かを示す上述の外部データとを、互いに対応付けて、記録媒体ドライバにセットされた外部の記録媒体に記録する。

なお、音声圧縮部2は、記録媒体ドライバに代えて、あるいは記録媒体ドライバと共に、外部の通信回線に接続されたモデムやターミナルアダプタ等より構成される通信制御装置を備えていてもよい。この場合、音声圧縮部2は、自己に供給されたPCM信号をデータ圧縮して得られた圧縮データにこのPCM信号の高域成分の有無を示す上述の外部データを付し、通信回線を介して外部へと伝送してもよい。

また、音声圧縮部2が、PCM信号にMP3形式のデータ圧縮を施すものである場合、外部データはアンシユアリコードに含まれるものとすればよい。

音声伸長部3は、例えば、DSPやCPU等を備え、また、記録媒体ドライバを備えている。音声伸長部3は、PCM信号をMP3やAAC等の手法によりデータ圧縮したものを表す上述の圧縮データと、この圧縮データに対応付けられた上述の外部データとを、記録媒体ドライバにセットされた外部の記録媒体より読み出す。そして、読み出した圧縮データをMP3やAAC等の手法により伸長し、伸長により得られたデータを表すPCM信号を生成して、生成したPCM信号と、記録媒体から読み出した外部データとを、互いに対応付けて周波数補間部4へと（より具体的には、後述の補間要否判別部41へと）供給する。

なお、音声伸長部3は、記録媒体ドライバに代えて、あるいは記録媒体ドライバと共に、通信制御装置を備えていてもよい。この場合、音声伸長部3は、外部データが付された圧縮データが通信回線を介して外部より自己へと供給されたとき、この外部データ及び圧縮データを受信して受信した圧縮データを伸長し、伸長により得られたデータを表すPCM信号と、受信した外部データとを、周波数補間部4へ

と供給するようにしてもよい。

周波数補間部 4 は、第 7 図に示すように、補間要否判別部 4 1 と、アナライザ 4 2 と、補間処理部 4 3 と、補間バンド加算部 4 4 と、シンセサイザ 4 5 とより構成されている。

補間要否判別部 4 1 は、例えば、デマルチプレクサ等より構成されている。補間要否判別部 4 1 は、互に対応付けられた PCM 信号及び外部データを音声伸長部 3 より供給されると、この外部データが、高域成分の存在又は不存在のいずれを示しているかを判別する。そして、高域成分が存在していることを示すと判別すると、音声伸長部 3 より供給されたこの PCM 信号を、アナライザ 4 2 へと供給する。

一方、補間要否判別部 4 1 は、音声伸長部 3 より取得した外部データが、高域成分の不存在を示すと判別した場合は、音声伸長部 3 より供給されたこの PCM 信号を、周波数補間部 4 の出力信号として出力する。

第 6 図の周波数補間部 4 の構成におけるアナライザは、第 2 図に示すアナライザの構成と実質的に同一の構成を有しており、第 2 図のアナライザと実質的に同一の処理を行う。この結果、第 8 図の周波数補間部 4 のアナライザは、自己に供給された圧縮データのスペクトル分布を  $(n+1)$  等分して得られる互いに帯域幅が等しい  $(n+1)$  個の各帯域内のスペクトル分布を表す  $(n+1)$  個の信号を生成し、周波数補間部 4 の補間処理部へと供給する。

第 6 図の周波数補間部 4 の構成におけるシンセサイザは、第 5 図に示すシンセサイザの構成と実質的に同一の構成を有している。第 8 図の周波数補間部 4 のシンセサイザは、第 5 図のシンセサイザと実質的に同一の動作を行うことにより、補間後のスペクトル分布に相当するスペクトル分布を有する PCM 信号を、周波数補間部 4 のアナライザに供給された PCM 信号の周期と実質的に同一の周期で順次出力する。

補間後のスペクトルのうち、周波数補間部 4 の補間バンド加算部により加算された被補間バンド内の成分は、最もスペクトル分布の相関が高い基準バンド及び比較対象バンドの組み合わせに含まれる基準バンド内のスペクトル分布に相当するスベ

クトル分布を有するものである。

(第3の実施形態)

第8図は、この発明の第3の実施形態に係る周波数補間装置の構成を示す図である。

図示するように、この周波数補間装置は、高域検出部1に代えて包絡線検出部5を備える点と、周波数補間部4が補間要否判別部41を備えていない点とを除き、第6図に示す第2の実施形態の周波数補間装置と実質的に同一の構成を有している。第8図の構成における周波数補間部4は、第6図の構成における周波数補間部4と同様、アナライザ、補間処理部、補間バンド加算部及びシンセサイザを備えている。ただし、この音声信号処理装置の各部の動作は、後述する点で、第6図の音声信号処理装置の各部の動作と異なっている。

包絡線検出部5は、例えば、周波数補間部4のアナライザ41と実質的に同一の構成を有するアナライザと、並列-直列変換器と、LPF（ローパスフィルタ）とから構成されている。

包絡線検出部5のアナライザは、データ圧縮を施す対象のPCM（Pulse Code Modulation）信号が自己に供給されると、このPCM信号のスペクトル分布を表す一定の個数の信号を生成し、生成したこれらの信号を、包絡線検出部5の並列-直列変換器へと供給する。なお、データ圧縮を施す対象のPCM信号は、音声圧縮部2にも並行して供給される。

包絡線検出部5の並列-直列変換器は、包絡線検出部5のアナライザより、データ圧縮を施す対象のPCM信号のスペクトル分布を表す各信号を供給されると、これらの信号を、周波数が低い帯域を表すもの順（又は、周波数が高い帯域を表すもの順）に、順次、包絡線検出部5のLPFへと供給する。

包絡線検出部5のLPFは、包絡線検出部5の並列-直列変換器より、データ圧縮を施す対象のPCM信号のスペクトル分布を表す信号を順次供給されると、自己に供給されるこれら信号のうち周波数が一定の遮断周波数以上の成分を遮断し、他の成分（低域成分）を音声圧縮部2に供給する。包絡線検出部5のLPFが音声圧



縮部 2 に供給する低域成分は、データ圧縮を施す対象の PCM 信号のスペクトル分布の包絡線を表す信号をなす。

第 8 図の構成における音声圧縮部 2 は、検波部 1 2 から検波信号が供給されたか否かに応じて外部データを生成する代わりに、包絡線検出部 5 から供給される低域成分を表す信号（データ圧縮を施す対象の PCM 信号のスペクトル分布の包絡線を表す信号）を外部データとして扱う。

すなわち、音声圧縮部 2 は、圧縮データと、この圧縮データの生成に用いた元の PCM 信号のスペクトル分布の包絡線を表す外部データとを互いに対応付け、記録媒体ドライバにセットされた外部の記録媒体に記録する。あるいは、圧縮データにこの外部データを付し、通信回線を介して外部へと伝送する。

第 8 図の音声伸長部 3 は、PCM 信号を MP 3 や AAC 等の手法によりデータ圧縮したものを表す上述の圧縮データと、この圧縮データに対応付けられた上述の外部データとを外部の記録媒体より取得し、あるいは、通信回線を介して外部より自己へと供給された外部データ付きの圧縮データを取得する。そして、取得した圧縮データを、第 6 図の音声伸長部 3 と同様に MP 3 や AAC 等の手法により伸長し、伸長により得られたデータを表す PCM 信号を周波数補間部 4 のアナライザへと供給する。また、取得した外部データを、周波数補間部 4 の補間バンド加算部へと供給する。

第 8 図の周波数補間部 4 の構成におけるアナライザは、第 2 図に示すアナライザの構成と実質的に同一の構成を有しており、第 2 図のアナライザと実質的に同一の処理を行う。この結果、第 8 図の周波数補間部 4 のアナライザは、自己に供給された圧縮データのスペクトル分布を  $(n+1)$  等分して得られる互いに帯域幅が等しい  $(n+1)$  個の各帯域内のスペクトル分布を表す  $(n+1)$  個の信号を生成し、周波数補間部 4 の補間処理部へと供給する。

第 8 図の周波数補間部 4 の構成における補間処理部は、第 7 図の構成における補間処理部 4 3 と実質的に同一の構成を有しており、第 7 図の補間処理部 4 3 と実質的に同一の動作を行うことにより基準バンドを決定し、決定した基準バンドを特定

する情報を、周波数補間部4の補間バンド加算部へと供給する。

第8図の周波数補間部4の構成における補間バンド加算部は、第7図の周波数補間部4の構成における補間バンド加算部44と同様、DSPやCPU等より構成されている。第8図の周波数補間部4の補間バンド加算部は、上述の $(n+1)$ 個の各帯域内のスペクトル分布を表す $(n+1)$ 個の信号を周波数補間部4のアナライザより供給され、外部データを音声伸長部3より供給されると、第7図の補間バンド加算部44と実質的に同一の処理を行うことにより、補間後のスペクトル分布を表す信号を、周波数補間部4のシンセサイザへと供給する。

ただし、第8図の周波数補間部4の補間バンド加算部は、周波数補間部4のアナライザより供給される信号に基づいて各帯域内のスペクトル分布の包絡線をなす関数を特定して回帰計算を行う代わりに、自己の供給された外部データが示す包絡線をなす関数に基づき、被補間バンドに本来含まれているべきスペクトル成分の二乗平均値の推定値を求める。

第8図の周波数補間部4の構成におけるシンセサイザは、第5図に示すシンセサイザの構成と実質的に同一の構成を有している。第8図の周波数補間部4のシンセサイザは、第5図のシンセサイザと実質的に同一の動作を行うことにより、補間後のスペクトル分布に相当するスペクトル分布を有するPCM信号を、周波数補間部4のアナライザに供給されたPCM信号の周期と実質的に同一の周期で順次出力する。

補間後のスペクトルのうち、周波数補間部4の補間バンド加算部により加算された被補間バンド内の成分は、最もスペクトル分布の相関が高い基準バンド及び比較対象バンドの組み合わせに含まれる基準バンド内のスペクトル分布に相当するスペクトル分布を有するものである。

なお、この音声信号処理装置の構成も上述のものに限られない。

例えば、包絡線検出部5のアナライザ、並列-直列変換器及びLPFのうち少なくとも一部の機能をDSPやCPUが行ってもよいし、包絡線検出部5の全体の機能を、DSPやCPUが行ってもよい。包絡線検出部5のアナライザは、公知の構

成を有するFFT（高速フーリエ変換器）より構成されていてもよい。

また、包絡線検出部5は、データ圧縮を施す対象のPCM信号のスペクトル分布の包絡線を表す信号を生成する代わりに、データ圧縮を施す対象のPCM信号の占有帯域を示す信号を生成するようにしてもよい。この場合、音声圧縮部2は、圧縮データの生成に用いた元のPCM信号のスペクトル分布の占有帯域を表すデータを外部データとして扱ってもよい。なお、占有帯域を示すデータは、例えば、PCM信号のスペクトル成分の最低周波数と当該PCM信号の占有帯域幅とを示すデータから構成されていればよく、また、PCM信号のスペクトル成分の最低周波数が既定値（例えば、0ヘルツ）である場合は、当該PCM信号の占有帯域幅を示すデータを含んでいれば十分である。

外部データが、圧縮データの生成に用いた元のPCM信号のスペクトル分布の占有帯域を表すものである場合、周波数補間部4の補間バンド加算部は、第1の実施の形態における補間バンド加算部44と同様、周波数補間部4のアナライザより供給される信号に基づいて各帯域内のスペクトル分布の包絡線をなす関数を特定して回帰計算を行うことにより、被補間バンドに本来含まれているべきスペクトル成分の二乗平均値の推定値を求めるものとする。ただし、被補間バンドのうち、外部データが示す占有帯域を超える帯域内のスペクトル成分は実質的に存在しないものとして、被補間バンドに本来含まれているべきスペクトル成分の二乗平均値の推定値を求めるものとする。

以上説明した、本発明の第2および第3の実施形態に係る周波数補間装置により、上述した本発明の第2の目的が効果的に達成される。

#### 産業上の利用可能性

以上の説明のように、この発明によれば、原信号の帯域を制限した信号を用いて得られる変調波から原信号に近い信号を復元できるようにするための特にオーディオ信号を高品質で復元するための周波数補間装置及び周波数補間方法が実現される。

さらに、この発明によれば、原信号の一部帯域内のスペクトル成分を抑圧したものを表す信号と、当該帯域のスペクトル成分を本来含まない原信号を表す信号の

- 23 -

いずれか一方の信号又はこれら信号が混在するような信号からも、原信号に近い信号を適切に復元できるようにするための周波数補間装置及び周波数補間方法が実現される。

### 請求の範囲

1. 原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された入力信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して原信号に近い信号を再生するための周波数補間装置であって、

周波数成分が抑圧されないで残存する周波数帯域における短時間スペクトルを求め、所定の周波数間隔でのスペクトルパターンの繰り返し性に着目して該抑圧された周波数帯域における短時間スペクトルを推定し、及びこの推定に基づいて該抑圧された周波数帯域の周波数成分を含む信号を合成して該入力信号に付加するようにしたことを特徴とする周波数補間装置。

2. 請求項1に記載の周波数補間装置において、

該スペクトルパターンの繰り返し性は、該抑圧された周波数帯域の近傍で、かつ周波数成分が残存する帯域における一定の帯域幅を有する第1の周波数帯域と、これに隣接する、同一の帯域幅を有する第2の周波数帯域とにおけるスペクトルパターンの相互の相関度を計算することにより判定され、及び繰り返されるスペクトルパターンを単位として結合することにより抑圧された周波数成分を合成するようにした周波数補間装置。

3. 請求項2に記載の周波数補間装置において、

該第1の周波数帯域のスペクトルパターンが第2の周波数帯域のスペクトルパターンと強い相関関係を有する場合に、このスペクトルパターンを、抑圧された帯域まで延長させるようにして該抑圧された帯域の周波数成分を合成するようにした周波数補間装置。

4. 請求項3に記載の周波数補間装置において、

該残存する周波数帯域のスペクトル包絡から推定される、抑圧された周波数帯域のスペクトル包絡に基づいて、該合成されるべき周波数成分の強度を決定するようにした周波数補間装置。

5. 請求項1に記載の周波数補間装置において、

該特定の周波数帯域が、高域周波数帯域である周波数補間装置。

6. 請求項5に記載の周波数補間装置において、

該第1もしくは第2の周波数帯域の上限周波数が、該抑圧された高域周波数帯域の下限周波数である周波数補間装置。

7. 特定の周波数帯域の周波数成分が抑圧された入力信号を処理して、抑圧された周波数帯域成分が近似的に復元された信号を再生する周波数補間装置であって、該入力信号の短時間スペクトルを生成するスペクトル生成手段と、

互いに隣接する同じ帯域幅を有する周波数帯域における短時間スペクトルパターンが互いに相関関係を有するような相関スペクトルパターンを抽出するスペクトルパターン抽出手段と、

該周波数成分が抑圧されないで残存する帯域におけるスペクトル包絡情報を抽出するスペクトル包絡抽出手段と、

該スペクトルパターン抽出手段およびスペクトル包絡抽出手段の双方に応動して、該抑圧された周波数帯域の周波数成分を有する信号を合成する手段と、

該合成され抑圧された周波数成分を有する信号を該入力信号に付加する手段とを含む周波数補間装置。

8. 請求項7に記載の周波数補間装置において、

抑圧された帯域における周波数成分を有する該合成信号が、該抽出された相関スペクトルパターンを有するとともに、該スペクトル包絡情報により定まる強度を有している周波数補間装置。

9. 請求項1ないし8のいずれかに記載の周波数補間装置において、

該入力信号が、アナログオーディオ信号をサンプルし、かつ量子化することにより得られたPCM信号から成るものである周波数補間装置。

10. 原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された入力信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して原信号に近い信号を再生するための周波数補間方法であって、

周波数成分が抑圧されないで残存する周波数帯域における短時間スペクトルを求

め、所定の周波数間隔でのスペクトルパターンの繰り返し性に着目して該抑圧された周波数帯域における短時間スペクトルを推定し、及びこの推定に基づいて該抑圧された帯域の周波数成分を含む信号を合成して該入力信号に付加するようにしたことを特徴とする周波数補間方法。

11. 請求項10に記載の周波数補間方法において、

該短時間スペクトルパターンの繰り返し性は、該抑圧された周波数帯域の近傍で、かつ周波数成分が残存する周波数帯域における一定の帯域幅を有する第1の周波数帯域と、これに隣接する同一の帯域幅の第2の周波数帯域とにおけるスペクトルパターンの相互相関度に基づいて判定されるものである周波数補間方法。

12. 特定の周波数帯域の周波数成分が抑圧された入力信号を処理して、抑圧された周波数帯域成分が近似的に復元された信号を生成するための周波数補間方法であって、

該入力信号の短時間スペクトルを生成するステップと、

互いに隣接する同じ帯域幅を有する周波数帯域における短時間スペクトルパターンが互いに相関関係を有するような相関スペクトルパターンを抽出するステップと、  
該抑圧されない周波数帯域におけるスペクトル包絡情報を抽出するステップと、

該スペクトルパターン抽出ステップおよびスペクトル包絡抽出ステップの双方に応動して、該抑圧された周波数帯域の周波数成分を有する信号を合成するステップと、

該合成され抑圧された周波数成分を有する信号を該入力信号に付加するステップを含む周波数補間方法。

13. 原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して、原信号に近い信号を再生するための周波数補間システムであって、

原信号の該特定周波数帯域に所定のレベル以上の周波数成分が含まれているかどうかを判別して、その有無を示す識別データを生成する手段と、

該原信号の該特定周波数帯域の周波数成分を抑圧し、及び所定の信号変換処理を

施す信号変換手段と、

該変換された信号に該識別データを重畳して送信する手段と、

該送信された信号を受信して、該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定する手段と、

該判定手段により、該特定帯域に周波数成分があったと判定された場合のみに、次段の信号処理手段に受信信号を入力させるよう動作する制御手段と、

該制御手段からの該受信信号に応動して、該所定の信号変換の逆変換処理および抑圧された帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理手段とを含む周波数補間システム。

14. 請求項13に記載の周波数補間システムにおいて、

該所定の信号変換処理がデータ圧縮処理であり、該信号処理手段における該逆変換処理がデータ伸張処理である補間システム。

15. 請求項13に記載の補間システムにおいて、

該信号処理手段における補間処理が、(i) 短時間スペクトル分析処理、(i i) 隣接する周波数帯域間で互いに相関を有する短時間スペクトルパターンを抽出する処理、および(i i i) スペクトル包絡情報を抽出する処理を含むものである周波数補間システム。

16. 原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して、原信号に近い信号を再生するための周波数補間装置であって、

該特定周波数帯域の信号成分が抑圧された原信号に所定の信号変換を施して得られる信号と、これに重畳される、該原信号の特定周波数帯域に本来的に所定のレベル以上の周波数成分が含まれていたかどうかを表わす識別データとから成る信号を受信する手段と、

該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定する手段と、

該判定手段により、該特定帯域に周波数成分があったと判定された場合のみに、



次段の信号処理手段に受信信号を入力させるよう動作する制御手段と、

該制御手段からの該受信信号に応動して、該所定の信号手段の逆変換処理および抑圧された帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理手段とを含む周波数補間装置。

17. 請求項16に記載の周波数補間装置において、

該所定の信号変換処理がデータ圧縮処理であり、該信号処理手段における該逆変換処理がデータ伸張処理である補間装置。

18. 請求項16に記載の補間装置において、

該信号処理手段における補間処理が、(i)短時間スペクトル分析処理、(i i)隣接する周波数帯域間で互いに相関を有する短時間スペクトルパターンを抽出する処理、および(i i i)スペクトル包絡情報を抽出する処理を含むものである周波数補間装置。

19. 原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して、原信号に近い信号を再生するための周波数補間方法であって、

原信号の該特定周波数帯域に所定のレベル以上の周波数成分が含まれているかどうかを判別して、その有無を示す識別データを生成するステップと、

該原信号の該特定周波数帯域の周波数成分を抑圧し、及び所定の信号変換処理を施すステップと、

該変換された信号に該識別データを重畳して送信するステップと、

該送信された信号を受信して、該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定するステップと、

該判定ステップにより、該特定周波数帯域に周波数成分があったと判定された場合のみに、後の信号処理ステップに受信信号を引き渡すステップと、

該引き渡しステップからの該受信信号に応動して、該所定の信号変換の逆変換処理および抑圧された帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理ステップとを含む周波数補間方法。

20. 原信号の特定周波数帯域における周波数成分が抑圧された信号から、該抑圧された周波数成分を近似的に復元して、原信号に近い信号を再生するための周波数補間方法であって、

原信号の該特定周波数帯域に所定の特定の周波数帯域の信号成分が抑圧された原信号に所定の信号変換を施して得られる信号と、これに重畳される、該原信号の特定の周波数帯域に本来的に所定のレベル以上の周波数成分が含まれていたかどうかを表わす識別データとから成る信号を受信するステップと、

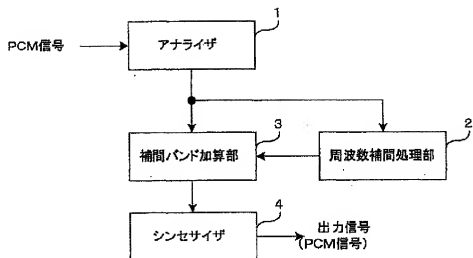
該受信された信号に含まれる該識別データを判別して、該特定帯域の周波数成分の有無を判定するステップと、

該判定ステップにより、該特定周波数帯域に周波数成分があったと判定された場合のみに、次段の信号処理手段に受信信号を引き渡すステップと、

該引き渡すステップからの該受信信号に応動して、該所定の信号変換の逆変換処理および抑圧された帯域の周波数成分を近似的に合成し付加する補間処理を実行するための信号処理ステップとを含む方法。

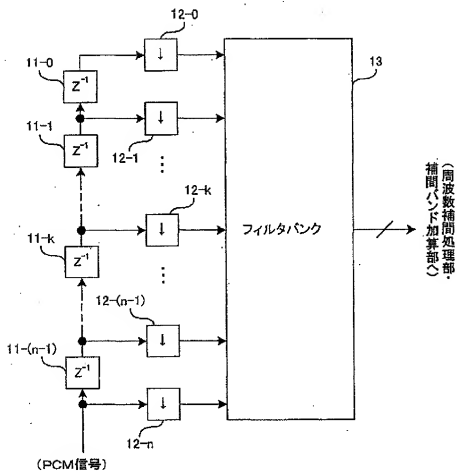
1/8

第1図



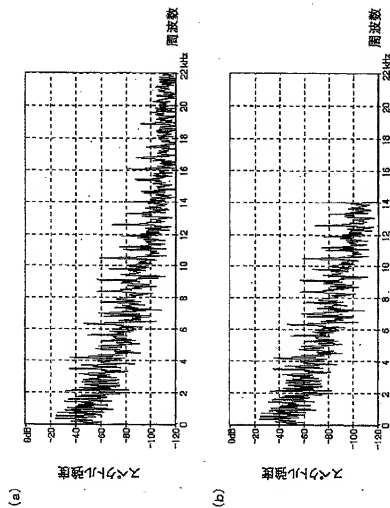
2/8

第2図



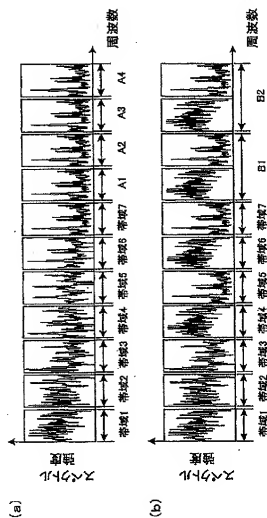
3/8

第3図



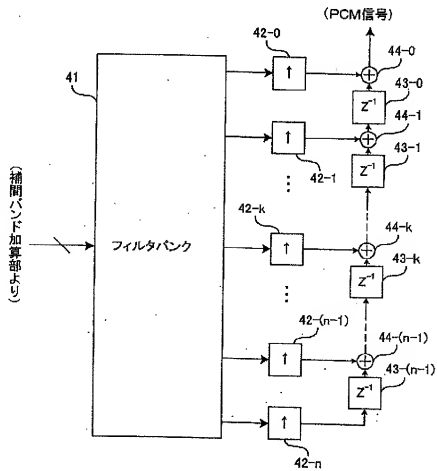
4/8

第4図



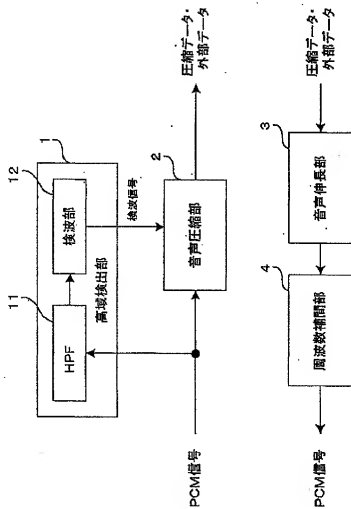
5/8

第5図



6/8

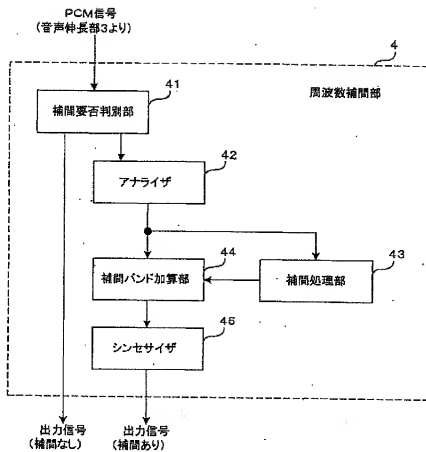
第6図





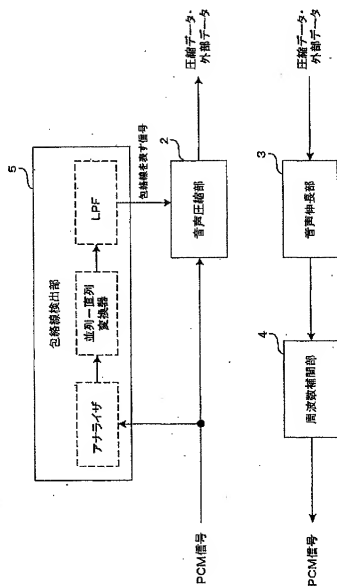
7/8

第7図



8/8

第8図



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/04955

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER  
Int. Cl.<sup>7</sup> G10L13/00, H04B14/04 // G01R23/16, G10L101:02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

## B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)  
Int. Cl.<sup>7</sup> G10L13/00, H04B14/04, G01R23/16

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched  
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001  
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)  
JICST FILE (JOIS), WPI (DIALOG)

## C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-258787 A (Kokusai Electric Co., Ltd.), 03 October, 1997 (03.10.97) (Family: none)	1-20
A	JP 6-110455 A (Mitsubishi Electric Corporation), 22 April, 1994 (22.04.94) (Family: none)	1-20
A	JP 6-301383 A (Casio Computer Co., Ltd.), 28 October, 1994 (28.10.94) (Family: none)	1-20
A	JP 9-244594 A (Nippon Telegr. & Teleph. Corp. <NTT>), 19 September, 1997 (19.09.97) (Family: none)	1-20
A	JP 10-97287 A (ATR Ningen Joho Taushin Kenkyusho K.K.), 14 April, 1998 (14.04.98), & EP 822538 A1 & US 6115684 A & CA 2210826 A & DE 69700084 B	1-20
P, A	JP 2000-330599 A (Sony Corporation), 30 November, 2000 (30.11.00), & EP 1054400 A2	1-20

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

\* Special categories of cited documents:

\*A\* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

\*B\* earlier document but published on or after the international filing date

\*L\* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

\*O\* document relating to an oral disclosure, use, exhibition or other means

\*P\* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

\*T\* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

\*X\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

\*Y\* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

\*Z\* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
30 August, 2001 (30.08.01)

Date of mailing of the international search report  
11 September, 2001 (11.09.01)

Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> G10L13/00, H04B14/04  
//G01R23/16, G10L101:02

## B. 調査を行った分野

調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))

Int. Cl<sup>1</sup> G10L13/00, H04B14/04, G01R23/16

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報 1922-1996年  
日本国公開実用新案公報 1971-2001年  
日本国登録実用新案公報 1994-2001年  
日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使った電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)

JICSTファイル (JOIS), WPI (DIALOG)

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-258787 A (国際電気株式会社), 3. 10月. 1 997 (03. 10. 97) (ファミリーなし)	1-20
A	JP 6-110455 A (三菱電機株式会社), 22. 4月. 1 994 (22. 04. 94) (ファミリーなし)	1-20
A	JP 6-301383 A (カシオ計算機株式会社), 28. 10 月. 1994 (28. 10. 94) (ファミリーなし)	1-20

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「B」国際出願日目の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に拠る発明の文獻又は他の文獻の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文獻 (理由を付す)

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文獻

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文獻

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文獻であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文獻であって、当該文獻のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文獻であって、当該文獻と他の1以上の文獻との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「Z」同一パテントファミリー文獻

国際調査を完了した日

30. 08. 01

国際調査報告の発送日

11.09.01

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/JP)

郵便番号 100-8915

東京都千代田区蔵が岡三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)

(山下 岡田)

SC 8946

電話番号 03-3581-1101 内線 3540

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
A	JP 9-244694 A (日本電信電話株式会社), 19. 9 月. 1997 (19. 09. 97) (ファミリーなし)	1-20
A	JP 10-97287 A (株式会社エイ・ティ・アール人間情報 通信研究所), 14. 4月. 1998 (14. 04. 98) &EP 822538 A1&US 6115684 A&CA 2210826 A&DE 69700084 E	1-20
P, A	JP 2000-330599 A (ソニー株式会社), 30. 11 月. 2000 (30. 11. 00) &EP 1054400 A2	1-20